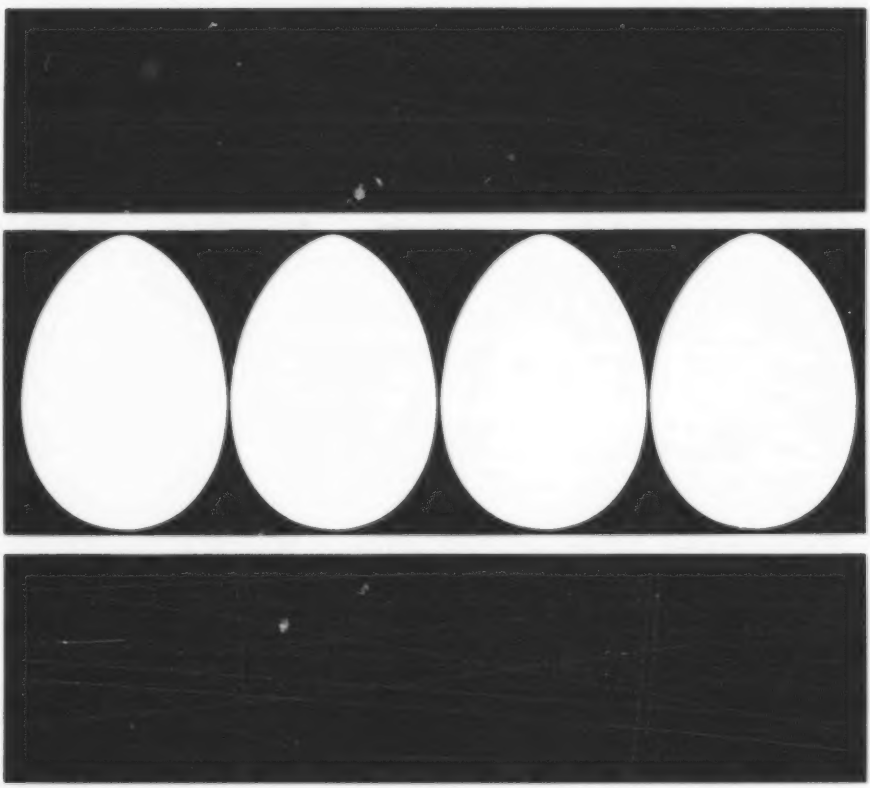
Agriculture Canada

Publication 1573/F

Soin des œufs avant l'incubation



Canada

91-01076/

Agriculture Canada Publication 1573/F
On peut en obtenir des exemplaires à la
Direction générale des communications,
Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
N° de cat. A63-1573/1990F ISBN: 0-662-96090-4
Impression 1977 Révision 1983 Révision 1990 1.5M-6:90

Also available in English under the title
Care of hatching eggs before incubation

Soin des œufs avant l'incubation

F. G. Proudfoot et R. M. G. Hamilton
Station de recherche, Kentville (N.-É.)

Introduction

En 1988, on a incubé environ 570 millions d'œufs de poule au Canada. Lorsqu'il est question d'un aussi grand nombre d'œufs, une faible augmentation du pourcentage d'éclosabilité (proportion des œufs qui éclosent) peut se traduire par des gains économiques importants.

Grâce à de meilleures techniques qui permettent de prolonger la période d'entreposage des œufs d'incubation, les accouveurs jouissent de beaucoup plus de souplesse dans l'utilisation de leurs inventaires. En outre, les sélectionneurs de volaille peuvent accroître l'échantillonnage de la descendance et améliorer l'efficacité de leurs programmes d'amélioration génétique.

Il est bien connu que l'entreposage prolongé réduit l'éclosabilité. Cette diminution peut être rapide ou lente suivant les conditions du milieu, l'influence parentale, les différences génotypiques ou l'ensemble de ces facteurs.

En général, on exprime le coefficient d'éclosion en pourcentage d'œufs fertiles qui éclosent ou en pourcentage de poussins obtenus par rapport au nombre total d'œufs incubés. Le pourcentage basé sur les œufs fertiles est plus précis, pourvu que les techniques utilisées fassent la distinction entre la mortalité précoce de l'embryon et l'infertilité de l'œuf. Toutefois, le pourcentage basé sur les poussins vendables par rapport au nombre d'œufs incubés est souvent un indice utile car il ne présente pas le risque d'erreur due à une détermination inexacte de la fertilité.

Température d'entreposage

Déjà au tournant du siècle on connaissait l'importance de la température pour la survie de l'embryon. La température ambiante des œufs viables devrait rester au-dessous du «zéro physiologique» pour conserver les embryons en dormance, soit entre 20 et 21°C. La figure 1 illustre un appareil de réfrigération utile pour l'entreposage des œufs. Il est important de recueillir et de réfrigérer les œufs à

courts intervalles, en particulier lorsque les températures ambiantes sont extrêmement chaudes ou froides.

Des expériences ont démontré l'existence d'un rapport entre la température et la durée d'entreposage. Une température de 16 à 17°C est préférable pour un entreposage de courte durée (jusqu'à 7 jours), mais une de 11 à 12°C est à conseiller pour une plus longue période.

Des données récentes révèlent qu'on peut accroître jusqu'à 5% l'éclosabilité des œufs qui ont été recueillis et gardés jusqu'au lendemain à une température de 16 à 17°C en les réchauffant à 38°C pendant 5 heures le matin suivant le jour de la ponte, puis en les refroidissant à 12°C pendant 48 heures, pour ensuite les conserver jusqu'à une semaine entre 16 et 17°C avant de les mettre en incubateur. Cela permet peut-être à l'embryon d'atteindre un stade qui favorise sa survie à l'état dormant pendant l'entreposage.

Selon certains rapports, les œufs devraient être réchauffés à une température ambiante de 23°C pendant 18 heures avant la mise en incubateur.

Lorsque les œufs sont conservés à basse température (11°C), ce qui est préférable dans le cas d'un entreposage prolongé, le réchauffement à la température ambiante pendant 18 heures accroît la viabilité de l'embryon et par conséquent, l'éclosabilité. Toutefois, pour un entreposage de courte durée à une température de 16°C, un tel réchauffement n'est pas essentiel avant la mise en incubateur.

Lorsque les œufs passent d'une température d'entreposage de 13°C, 15,5°C ou 18,5°C à une température ambiante de 23°C et que les pourcentages d'humidité relative dépassent respectivement 58, 71 ou 83%, la surface de la coquille se couvre de buée. Cela ne se produit pas lorsque les œufs sont d'abord réchauffés et renfermés dans un contenant jusqu'à ce qu'ils atteignent la température ambiante.

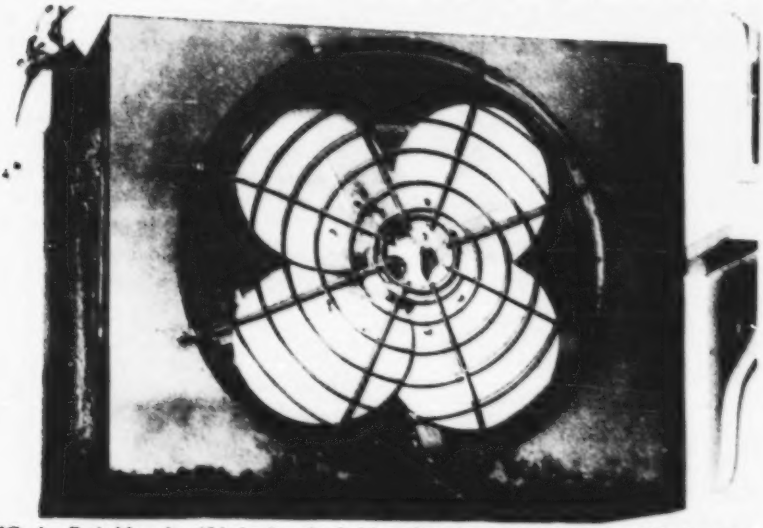


FIG. 1 Petit bloc de réfrigération destiné à maintenir une température stable dans une chambre d'entreposage de 15 m^2.

Humidité relative

Le taux d'évaporation de l'eau contenue dans les œufs et la perte de poids qui en résulte dépendent beaucoup de l'humidité relative, de la température et du mouvement de l'air ou du gaz qui les entoure. L'utilisation d'enveloppes de plastique peut empêcher la déshydratation excessive des œufs car elle permet de limiter le volume d'air ou de gaz ambiant et d'éliminer les turbulences de l'air.

L'humidité relative doit être élevée au cours de l'entreposage qui précède l'incubation pour que l'éclosabilité soit optimale. Des chercheurs ont trouvé qu'une humidité relative de 80 à 88% favorisait davantage l'éclosabilité qu'une humidité de 58 à 62% ou de 34 à 38%. Par ailleurs, on a comparé des niveaux d'humidité relative de 75 à 82% et de 80 à 90% sans trouver de différences appréciables dans l'éclosabilité. On voit à la figure 2 un humidificateur qui peut produire de tels niveaux d'humidité relative.

Entreposage en atmosphère contrôlée

Des documents qui datent de 1738 signalent que les œufs d'incubation résistent plus longtemps à l'entreposage s'ils sont plongés dans de la graisse de mouton fondue. Pour enlever la graisse, il suffit de laver les œufs à l'eau tiède avant l'incubation. Plus récemment on a utilisé d'autres méthodes, notamment le traitement à l'huile, pour sceller les coquilles d'œufs de consommation afin d'en préserver la qualité.

Diverses études ont prouvé qu'il est possible de ralentir la perte de qualité des œufs de consommation pendant l'entreposage en les recouvrant d'une feuille de plastique (fig. 3). La même méthode a été appliquée aux œufs d'incubation placés

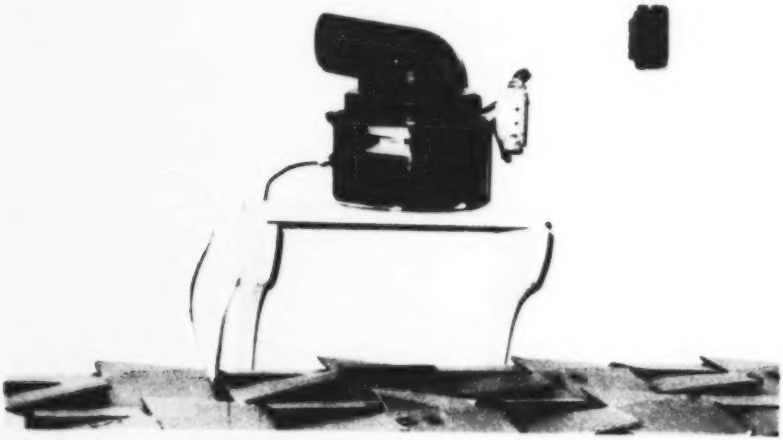


FIG. 2 Humidificateur automatique qui sert à maintenir l'humidité relative à un niveau convenable dans une chambre d'entreposage.

dans des plateaux de carton-fibre et l'on a constaté que ce procédé est avantageux surtout si l'entreposage est de longue durée.

Cependant, certains spécialistes pensent que la hausse du coefficient d'éclosion des œufs de dinde et de poule ne suffit pas à justifier l'utilisation d'enveloppes de plastique lorsque l'entreposage ne dépasse pas une semaine. Un chercheur a conservé des œufs de lignée établie durant de 1 à 4 semaines dans un emballage Cryovac et il a conclu que l'éclosabilité des œufs fertiles de la plupart des poules pouvait être améliorée par un emballage hermétique sous vide de type Cryovac.

Lorsque les œufs ont été gardés pendant 6 jours soit dans des enveloppes de plastique soit sans emballage, à deux températures différentes, de 11 à 13°C et à 21°C, les différences dans l'éclosabilité entre les deux méthodes ont été plus grandes à la température la plus élevée. Ainsi l'emballage de plastique peut être avantageux aux températures ambiantes élevées, comme celles que l'on rencontre lors du transport. Les œufs de dinde conservés dans le plastique avant l'incubation et pendant le transport ont mieux éclos que ceux gardés dans un emballage ordinaire.

Les pellicules à faible perméabilité augmentent le pourcentage d'éclosion, mais celles à forte perméabilité n'ont que peu ou pas d'effet sur ce facteur. Les œufs ne doivent pas être recouverts de plastique tant qu'ils ne sont pas refroidis, et on devrait les placer dans des plateaux de carton-fibre propres afin de réduire le risque de moisissure. On peut utiliser une housse de plastique pour recouvrir les œufs qui sont empilés sur des palettes.

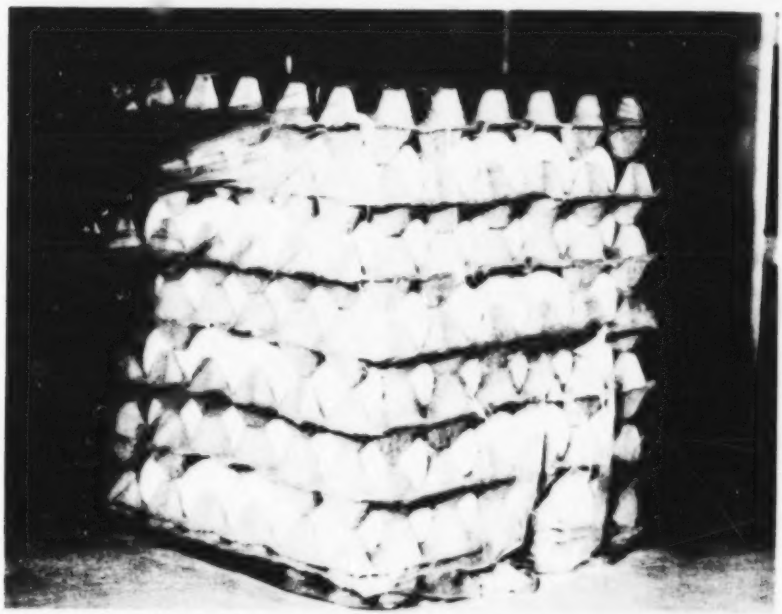


FIG. 3 **Œufs** placés sous une enveloppe de plastique pour un entreposage d'au moins 10 jours.

Il est aussi possible d'améliorer le milieu d'entreposage des œufs de poule et de dinde par l'emploi d'enveloppes de plastique lorsque les températures de pré-incubation sont élevées ou que la période d'entreposage dépasse 10 jours dans le cas des œufs de poule, et un peu moins dans celui des œufs de dinde.

On a aussi étudié l'effet de l'entreposage des œufs d'incubation dans une atmosphère d'azote. Les résultats révèlent que l'emploi d'un milieu azoté dans un emballage plastique de type Cryovac augmente le coefficient d'éclosion lorsque l'entreposage est prolongé (plus de 21 jours). La figure 4 illustre la manière de remplir un emballage d'œufs d'azote gazeux.

Lorsque les œufs sont conservés pendant de longues périodes avant l'incubation, il importe de prolonger jusqu'à 22 jours la période d'incubation avant de retirer les poussins de l'incubateur.

On n'a sans doute pas encore déterminé l'atmosphère idéale pour un entreposage prolongé. À forte concentration, l'oxygène ne semble pas avoir d'effet dommageable sur les œufs entreposés durant une semaine ou moins, mais il réduit considérablement l'éclosabilité des œufs gardés plus longtemps. Par ailleurs, une atmosphère riche en acide carbonique diminue le nombre d'éclosions surtout lorsque l'entreposage dure plus qu'une semaine.

Bien que certaines preuves soient indirectes, il semble préférable de conserver les œufs d'incubation dans une atmosphère pauvre en oxygène et en gaz carbonique. L'emploi d'enveloppes de plastique remplies d'azote reste donc la meilleure façon d'entreposer des œufs pendant un long laps de temps, ce qui peut s'avérer nécessaire dans le cas des œufs destinés à la régénération du troupeau.

FIG. 4 Manière de remplir un emballage d'œufs d'azote gazeux.

Changement d'orientation et de position

La coutume veut que l'on emballe et conserve les œufs d'incubation placés la pointe vers le bas. On croyait ainsi maintenir la chambre à air dans sa position originale et accroître le taux de survie des embryons. Toutefois, on a prouvé que les œufs de poule emballés la pointe vers le haut ont une meilleure éclosabilité s'ils restent dans cette position et ne sont pas tournés, même pour un entreposage aussi long que 4 semaines.

Lorsqu'on place les œufs de la façon habituelle (la pointe vers le bas) et que l'entreposage doit durer plus de 2 semaines, il est préférable de les tourner chaque jour, ce qui n'est pas nécessaire s'ils sont placés la pointe vers le haut et entreposés pour une période maximale de 4 semaines. Sur la figure 5, on peut voir des œufs dans chaque position et sur la figure 6, des œufs entreposés dans des caisses renversées, la pointe se trouvant ainsi en haut.

D'après le peu d'information que nous possédons, il vaut mieux expédier les œufs la pointe vers le bas à cause des risques de manutention brusque au cours du transport.

Certaines recherches ont porté sur l'effet global de l'orientation de l'œuf sur la position du jaune après une période d'entreposage allant jusqu'à 28 jours. Les œufs ont été cuits après avoir été entreposés dans diverses positions. Dans les œufs entreposés la pointe vers le bas, les jaunes sont montés progressivement vers la chambre à air et, après 28 jours, plusieurs se trouvaient en contact avec la membrane de la coquille. La méthode avec la pointe vers le haut peut donc présenter certains avantages, parce qu'elle garde le jaune au centre de l'albumen et protège davantage l'embryon en dormance de la déshydratation, des changements de température et de l'adhérence à la membrane interne de la coquille.

On croit que l'orientation du blastoderme (germe) et la position centrale du jaune augmentent l'éclosabilité lorsque les œufs sont entreposés la pointe vers le

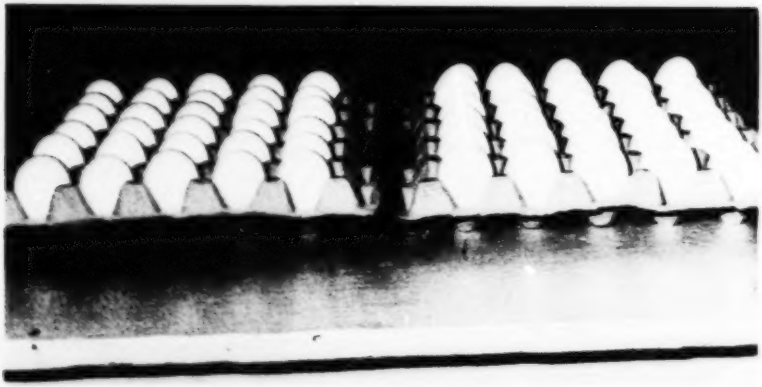


FIG. 5 *À gauche*, œufs placés la pointe vers le bas; *à droite*, œufs placés la pointe vers le haut. Cette dernière position est préférable pour les œufs d'incubation.

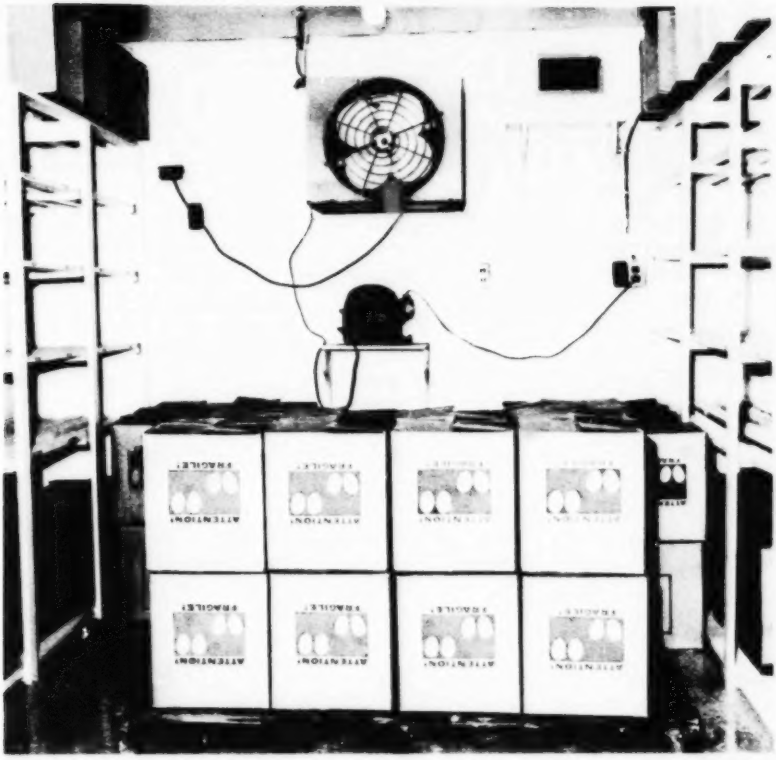


FIG. 6 Ces boîtes ou caisses d'œufs peuvent être renversées et entreposées sur les palettes, les œufs placés la pointe vers le haut, sans qu'il soit nécessaire de les retourner tous les jours.

haut. Ces derniers doivent cependant être incubés dans le sens inverse (la pointe vers le bas).

Nettoyage et fumigation des œufs

Il est préférable de n'utiliser que des œufs propres pour l'incubation. Toutefois, il faut être réaliste, il est souvent nécessaire de nettoyer les œufs souillés car les jeter signifierait une trop grande perte économique.

Les effets néfastes du nettoyage des œufs par simple lavage peuvent être réduits au minimum si cette opération se fait convenablement. Le lavage doit se faire aussitôt que possible après la collecte des œufs. L'eau doit contenir un détergent et un désinfectant et sa température doit être de 38° à 40,5°C. Il est préférable de se servir d'une laveuse qui ne réutilise pas l'eau usée, comme celle illustrée à la figure 7.

Après le lavage, on doit pulvériser sur les œufs une solution fraîche renfermant 200 p.p.m. de chlore libre à une température de 40,5° à 43,5°C. La température des œufs devrait monter durant tout le lavage. Ainsi, jusqu'à ce que la surface de la coquille soit sèche, le contenu de l'œuf a tendance à se dilater et à exercer une pression vers l'extérieur de sorte que la solution de lavage ne peut traverser la coquille.

On a aussi vérifié l'effet des fumigations avant l'incubation sur l'éclosabilité. Les facteurs primordiaux sont la concentration du gaz (36 g de permanganate de potassium et 54 mL de formaldéhyde par mètre cube), la durée de la fumigation (20 minutes), l'humidité relative (élevée) et l'aération subséquente (de 24 à 72 heures avant l'emballage). En procédant autrement, on risque de diminuer le coefficient d'éclosion. Il faut, de plus, porter un appareil respiratoire ou un masque à gaz durant la fumigation comme l'illustre la figure 8.

Ce procédé ne semble changer en rien l'éclosabilité, même lorsqu'il se produit une hausse ou une baisse de température au cours du traitement. Même si les œufs sont en général fumigés quelques heures seulement après la ponte,

FIG. 7 Nettoyage des œufs d'incubation dans une laveuse qui ne réutilise pas l'eau usée.

FIG. 8 Fumigation des œufs dans une armoire d'incubation modifiée. Il est important d'utiliser un appareil de respiration ou un masque à gaz durant la fumigation. Cet appareil doit être muni d'un filtre approprié qui doit être changé périodiquement.

lorsqu'ils l'ont été après 3 semaines d'entreposage, le coefficient d'éclosion n'a pas été modifié.

Autres facteurs qui influent sur la survie de l'embryon

Il est préférable de n'incuber que des œufs à coquille intacte; on peut parfois prendre ceux dont la coquille présente certaines fractures. Quoiqu'elles réduisent l'éclosabilité, les fêlures capillaires et en forme de panier peuvent être rapiécées avec du ruban adhésif en plastique et les œufs, récupérés. Les fractures en forme de panier dans le centre de la coquille mettent en général l'embryon plus en danger que d'autres semblables au gros bout de l'œuf. L'éclosabilité s'améliore quand les œufs fêlés sont entreposés dans de l'azote plutôt que dans un emballage ordinaire.

Il faut manipuler les œufs avec soin afin de réduire les fêlures au minimum comme on peut le voir sur la figure 9 où les œufs sont transférés à la main sur un plateau et sur la figure 10 où l'opération est effectuée dans une exploitation commerciale.

Les taches de sang et de chair n'ont pas d'effet néfaste sur la fertilité ou l'éclosabilité des œufs de poule.

On ne devrait pas se servir des œufs à deux jaunes, ni de ceux qui sont trop petits pour l'incubation. En général, les œufs à plusieurs jaunes n'éclosent pas et les petits œufs donnent de petits poulets, peu rentables surtout pour les producteurs de poulets à griller. La figure 11 montre le tri des œufs d'après leur grosseur.

Lorsque les œufs doivent être transportés sur de longues distances, il faut les expédier et les mettre en incubation dans les 2 semaines qui suivent la ponte.

Effets de l'entreposage des œufs sur la performance des poussins

Plusieurs chercheurs ont signalé qu'un entreposage des œufs en emballage ordinaire, pour une longue durée (jusqu'à 21 jours), à des température et humidité relative contrôlées avait des effets nuisibles sur la performance des poussins. Il peut modifier le poids corporel des poulets à griller de 8 et 9 semaines ainsi que la viabilité aux stades jeune et adulte. Par contre, on a conservé jusqu'à 28 jours des œufs de poules Leghorn et de type à griller dans des enveloppes de plastique remplies d'azote et il n'y a eu alors aucun effet sur le taux de mortalité aux stades jeune et adulte, ainsi que sur la ponte, la grosseur des œufs, le poids corporel et la solidité de la coquille. Ainsi, l'amélioration des techniques d'entreposage, en plus d'accroître l'éclosabilité, réduit ou élimine les effets nuisibles des méthodes de conservation moins appropriées sur la performance des poulets.

FIG. 9 Rangement des œufs sur plateaux pour la recherche.

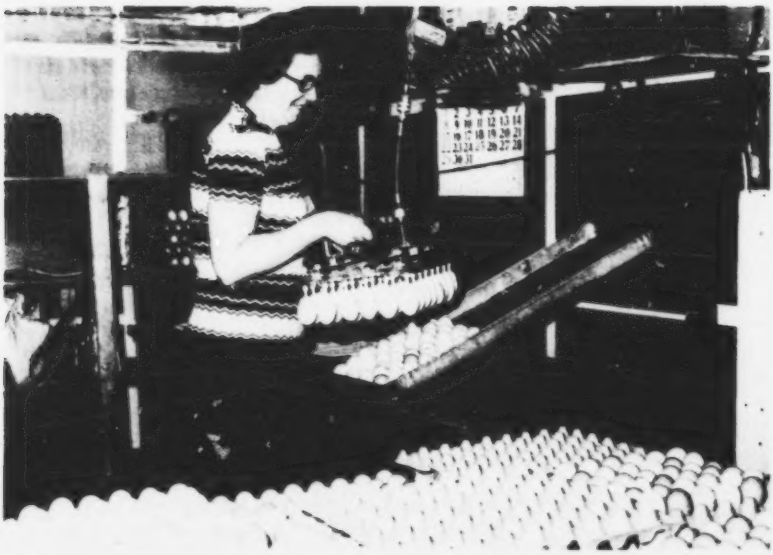


FIG. 10 Rangement des œufs sur plateaux dans un couvoir commercial.

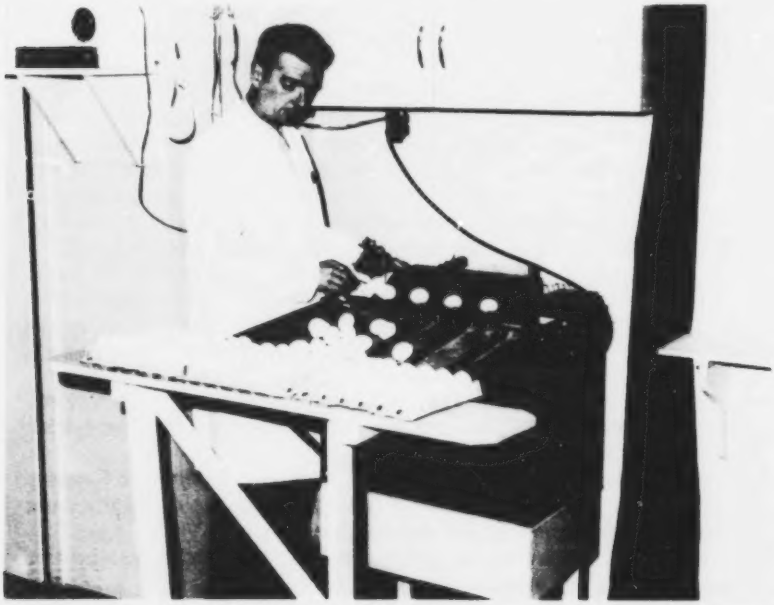


FIG. 11 Détermination du calibre pour éliminer les œufs trop petits et ceux à deux jaunes.

Résumé

- On recommande une température de 16 à 17°C pour un entreposage d'une semaine, mais une température de 11 à 12°C est préférable pour une plus longue période.
- À 11 ou 12°C, le pré-chauffage des œufs est avantageux. Pour ce faire, on porte la température à 23°C durant les 18 heures qui précèdent la mise en incubateur.
- Le degré optimal d'humidité relative pendant l'entreposage semble être de 80 à 88%.
- Lorsque des œufs sont entreposés pendant plus de 7 à 10 jours ou que les températures avant l'incubation sont élevées, on peut accroître leur éclosabilité en les plaçant sur des plateaux de carton-fibre dans des enveloppes de plastique scellées. Il faut alors utiliser des feuilles de plastique peu perméables.
- Pour augmenter davantage le coefficient d'éclosion lorsque l'entreposage dure plus de 2 à 3 semaines, les œufs seront gardés dans de l'azote gazeux sous une enveloppe scellée imperméable aux gaz.
- Emballer les œufs dans la position verticale (pointe vers le haut), sans les retourner, assure une meilleure survie de l'embryon à n'importe quel stade de l'entreposage.
- La fumigation des œufs avant l'incubation ne devrait pas avoir d'effets nuisibles sur l'éclosabilité, si l'on emploie la bonne concentration de gaz, si la durée de l'opération ne dépasse pas 20 minutes et si les œufs sont bien aérés avant d'être emballés.
- On pourra incuber les œufs partiellement fêlés en autant qu'ils soient rapiécés avec du ruban adhésif.
- Les œufs qui présentent des taches de sang et de chair éclosent aussi bien que les œufs normaux.
- Les œufs à deux jaunes et ceux trop petits ne devraient pas être incubés.
- Il est maintenant prouvé que les effets nuisibles d'un entreposage prolongé des œufs sur la performance des volailles sont réduits ou disparaissent lorsque les œufs sont conservés de la façon décrite dans la présente publication.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier M. A.T. Lightfoot, de la station de recherche d'Agriculture Canada à Kentville (N.-É.) pour le travail photographique qu'il a réalisé.

Ils profitent aussi de l'occasion pour témoigner leur reconnaissance aux membres du sous-comité de la volaille du Comité de coordination des services agricoles des provinces de l'Atlantique pour leur aide et les conseils précieux qu'ils leur ont apportés:

L. W. Bradley, R. M. G. Hamilton, M. Proulx — Agriculture Canada.

D. A. Ramey, J. Rutanga, M. C. Emond — Ministère de l'Agriculture et du Développement rural du Nouveau-Brunswick.

W. F. Dewitt, A. O. Oderkirk, H. N. Jansen, G. C. Smith — Ministère de l'Agriculture et de la Mise en marché de la Nouvelle-Écosse.

D. C. Crober — Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse.

L. R. Barnes — Ministère du Développement rural et nordique du Labrador et de Terre-Neuve.

G. D. Johnstone — Ministère de l'Agriculture et de la Foresterie de l'Île-du-Prince-Édouard.

Bibliographie

Arora, K. L., *Early embryogenesis of chickens and turkeys as related to the preincubation history of eggs and parental genotypes*, thèse de doctorat, Washington State Univ., Pullman (Wash.), 1965, 142 pp.

Becker, W. A., *The storage of hatching eggs and the post-hatching body weights of chickens*, Poult. Sci., 39:588–590, 1960.

Becker, W. A., *The storage of White Leghorn hatching eggs in plastic bags*, Poult. Sci., 43:1109–1112, 1964.

Becker, W. A. et Bearse, G. E., *Preincubation warming and hatchability of chicken eggs*, Poult. Sci., 37:944–948, 1958.

Becker, W. A., Spencer, J. V. et Swartwood, J. L., *The preincubation storage of turkey eggs in closed environments*, Poult. Sci., 43:1526–1534, 1964.

Becker, W. A., Spencer, J. V. et Swartwood, J. L., *Hatchability of turkey eggs shipped in plastic eggs*, Poult. Sci., 43:1539–1541, 1964.

Becker, W. A., Spencer, J. V. et Swartwood, J. L., *Hatchability of eggs held in plastic bags at two temperatures*, Poult. Sci., 46:311–314, 1967.

Becker, W. A., Spencer, J. V. et Swartwood, J. L., *Carbon dioxide during storage of chicken and turkey hatching eggs*, Poult. Sci., 47:251–258, 1968.

Bowman, J. C., *Storage of hatching eggs: An experiment on alternative methods of storing chicken hatching eggs*, British Poult. Sci., 7:219–225, 1966.

Cherms, F. L., Jr. et McGibbon, W. H., *Fertility and hatchability as affected by meat and blood spots*, Poult. Sci., 40:808–809, 1961.

Cooney, W. T., *Preincubation humidity variation effects on chicken egg hatchability*, Tech. Bull. Ore. Agric. Exp. Stn. 2, 1943.

Davis, G. T. et Beeckler, A. F., *Plastic packaging of eggs. I. Methods of packaging*, Poult. Sci., 41:391–397, 1962.

Edwards, C. L., *The physiological zero and the index of development for the egg of the domestic fowl, Gallus domesticus*, Am. J. Physiol. 6:351–397, 1902.

Ernst, R. A., Schroeder, J. P., Pfost, R. E. et Holte, R. J. A., *Field studies to evaluate commercial disinfectants for turkey hatching egg sanitation*, Poult. Sci., 53:149–156, 1974.

Fairfull, R. W. et Gowe, R. S., *Effect of age of egg on laying stock performance*, Poult. Sci., 60:1655, résumé, 1981.

Fletcher, D. A., Orr, H. L., Snyder, E. S. et Nicholson, A. O., *Effect of oiling, packaging materials and addition of CO_2 on quality of shell eggs held in storage*, Poult. Sci., 38:106–111, 1959.

Friars, G. W. et Singh, J., *An interaction effect of nitrogen storage with specific strains in the hatchability of turkey eggs*, Can. J. Anim. Sci., 47:187–191, 1967.

Funk, E. M. et Biellier, H. V., *The minimum temperature for embryonic development in the domestic fowl (Gallus domesticus)*, Poult. Sci., 23:538–540, 1944.

Funk, E. M. et Forward, J., *Effect of humidity and turning of eggs before incubation on hatching results*, Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Stn. 554, 1951.
Funk, E. M. et Forward, J., *Effect of holding temperature on hatchability of chicken eggs*, Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Stn. 732, 1960.
Gentry, R. F., *Handle hatching eggs with care*, Poult. Meat, mai 1974.
Gordon, C. D. et Siegel, H. S., *Storage of pedigreed hatching eggs in Cryovac*, Poult. Sci., 45:1369–1371, 1966.
Gowe, R. S., *On the hatchability of chicken eggs stored in plastic bags flushed with nitrogen gas*, Poult. Sci., 44:492–495, 1965.
Huston, T. M., Palmer, J. R. et Carman, J. L., *The effects of washing on the hatchability of the hen egg*, Poult. Sci., 36:557–562, 1957.
Johndrew, O. F., Jr. et Baker, R. C., *Producing high quality eggs*, Cornell Ext. Bull. 1138, 1965.
Kosin, I. L., *Studies on preincubation warming of chicken and turkey eggs*, Poult. Sci., 35:1384–1392, 1956.
Kosin, I. L., *Recent research trends in hatchability related problems in the domestic fowl*, World's Poult. Sci. J., 20:254–268, 1964.
Landauer, W., *The hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity*, Conn. Agric. Exp. Stn., monographie 1 (corrigée), 1967.
Landauer, W., *The hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity*, Conn. Agric. Exp. Stn., supplément à la monographie 1 (corrigée), 1973.
McConachie, J. D., Jerome, F. N. et Pepper, W. F., *The effect of preincubation treatments on the hatchability of chicken eggs*, Poult. Sci., 39:886–889, 1960.
Merritt, E. S., *Preincubation storage effects on subsequent performance of chickens*, British Poult. Sci., 5:67–73, 1964.
Olsen, M. W. et Haynes, S. K., *The effect of different holding temperatures on the hatchability of hens' eggs*, Poult. Sci., 27:420–426, 1948.
Proudfoot, F. G., *The effects of plastic packaging and other treatments on hatching eggs*, Can. J. Anim. Sci., 44:87–95, 1964.
Proudfoot, F. G., *The effect of nitrogen and other gases on the hatchability of eggs stored in plastic bags*, Can. J. Anim. Sci., 44:120–121, 1964.
Proudfoot, F. G., *The effect of film permeability and concentration of nitrogen, oxygen and helium gases on hatching eggs stored in polyethylene and Cryovac bags*, Poult. Sci., 44:636–644, 1965.
Proudfoot, F. G., *Hatchability of stored chicken eggs as affected by daily turning during storage and prewarming and vacuuming eggs enclosed in plastic with nitrogen*, Can. J. Anim. Sci., 46:47–50, 1966.
Proudfoot, F. G., *The use of sealed Cryovac and polyethylene case liners with and without nitrogen gas for the preservation of hatching eggs*, Poult. Sci., 45:105–108, 1966.
Proudfoot, F. G., *The hatchability of chicken eggs with fractured shells after storage up to 42 days in nitrogen*, Can. J. Anim. Sci., 47:115–122, 1967.
Proudfoot, F. G., *The effect on hatchability of shipping eggs after storage for different periods of time in a nitrogen gaseous environment*, Can. J. Anim. Sci., 47:137–138, 1967.

Proudfoot, F. G., *Advance note on the hatchability of chicken eggs stored small end up*, Can. J. Anim. Sci., 47:142–143, 1967.

Proudfoot, F. G., *Hatching egg storage effects on hatchability and subsequent performance of the domestic fowl*, Poult. Sci., 47:1497–1500, 1968.

Proudfoot, F. G., *The effect of packing orientation, daily positional change and vibration on the hatchability of chicken eggs stored up to 4 weeks*, Can. J. Anim. Sci., 49:29–35, 1969.

Proudfoot, F. G., *The handling and storage of hatching eggs*, dans T. C. Carter et B. M. Freeman, éditeurs, *The fertility and hatchability of the hen's egg*, British Egg Mark. Board Symp. No. 6, Edinburgh (Écosse), 1969, pp. 127–141.

Proudfoot, F. G., *The influences of different preincubation holding temperatures on the hatchability of the chicken egg*, Poult. Sci., 49:812–813, 1970.

Proudfoot, F. G., *Influence of an improved hatching egg storage method on the subsequent performance of broiler chickens*, Can. J. Anim. Sci., 52:303–308, 1972.

Proudfoot, F. G. et Hulan, H. W., *Effect of preincubation warming on the hatchability of hen's eggs from normal and semi-dwarf parental genotypes*, Can. J. Anim. Sci., 62:321–322, 1982.

Proudfoot, F. G. et Stewart, D. K. R., *Effect of preincubation fumigation with formaldehyde on the hatchability of chicken eggs*, Can. J. Anim. Sci., 50:453–465, 1970.

de Rehaumur, Sur la manière de conserver les œufs. Histoire de l'Académie Royale des Sciences, 1735: 465–472, 1738.

Romanoff, A. L., *The avian embryo*, The MacMillan Company, New York, NY, 1960.

Romanoff, A. L. et Romanoff, A. J., *The avian egg*, John Wiley and Sons Inc., New York, NY, 1949.

Spratt, N. T., Jr., *Development in vitro of the early chick blastoderm explanted on yolk and albumen extract saline-agar substrata*, J. Exp. Zool., 106:345–365, 1947.

Steinke, L., *The effect of vibration on the hatchability of chicken eggs*, Arch. Gefluegelkd., 31:94–110, 1967.

Warren, D. C., Roff, H. A. et Long, E., *Hatchability of eggs stored in plastic lined egg cases*, Poult. Sci., 44:1278–1280, 1965.

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	x 0,04	pouce
centimètre (cm)	x 0,39	pouce
mètre (m)	x 3,28	pied
kilomètre (km)	x 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	x 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	x 1,2	verge carrée
kilomètre carré (km^2)	x 0,39	mille carré
hectare (ha)	x 2,5	acre
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	x 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	x 35,31	pied cube
	x 1,31	verge cube
CAPACITÉ		
litre (L)	x 0,035	pied cube
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	x 0,04	once
kilogramme (kg)	x 2,2	livre
tonne (t)	x 1,1	tonne courte
AGRICOLE		
litres à l'hectare	x 0,089	gallons à l'acre
	x 0,357	pintes à l'acre
	x 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	x 0,014	onces liquides à l'acre
tonnes à l'hectare	x 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare	x 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare	x 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare	x 0,405	plants à l'acre